

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัสดุอุปกรณ์

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไส้กรอก

- เนื้อหมูล้วนไม่มีหนัง (ตลาดต้นพยอม, เชียงใหม่, ประเทศไทย)
- เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรชนิดไม่มีหนัง (บมจ. กรุงเทพ โปรคิวส, สระบุรี, ประเทศไทย)
- น้ำมันดอกทานตะวัน (ตราไก่, บริษัทธนากรผลิตภัณฑ์น้ำมันพืช จำกัด, สมุทรปราการ, ประเทศไทย)
- น้ำแข็งโมละเอียด (ตลาดต้นพยอม, เชียงใหม่, ประเทศไทย)
- อังคัก หรือ ข้าวแดง เตรียมจากวิธีการของพัชรีย์ (2545)
- เกลือ (ตราปรุngthipy, บริษัทอุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด, นครราชสีมา, ประเทศไทย)
- เครื่องเทศได้แก่ ดอกจันทน์ ลูกจันทน์ เมล็ดยี่หระา พริกไทย เมล็ดผักชี (ร้านบอมเบ, ตลาดวโรรส, เชียงใหม่, ประเทศไทย) ปาปริกา (ร้านมายด์แอนด์แคร์โปรดักซ์, เชียงใหม่, ประเทศไทย)
- โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง (บริษัทไมท์ตี้ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด, ประเทศไทย)
- โซเดียมไนไตรท์ (บริษัทไมท์ตี้ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด, ประเทศไทย)
- คาร์ราจีแนน (ห้างหุ้นส่วนจำกัด โอ.วี. เคมิคัล แอนด์ ซัพพลาย, เชียงใหม่, ประเทศไทย)
- แป้งบุก (ห้างหุ้นส่วนจำกัด โอ.วี. เคมิคัล แอนด์ ซัพพลาย, เชียงใหม่, ประเทศไทย)
- Cellulose casing (Nippi เส้นผ่านศูนย์กลาง 230 มิลลิเมตร, Tokyo, Japan)
- Sodium tripolyphosphate (Food Equipment Co., LTD, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตไส้กรอก

- เครื่องสับผสม (Bowl chopper, Moulinex, AT7, France)

- เครื่องยัดไส้ (Stuffer, Thailand)
- ตู้แช่แข็ง (Freezer, Sumsung, Japan)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- เครื่องวัดสี (Minolta camera, Chroma Meter CR-310, Japan)
- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer : Model TA. XTPlus, England)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- เครื่องวัด pH (Precisa, Swissmade : Model pH 900, Switzerland)
- เครื่องวัด a_w (AQUA LAB, Model CX3TE : Devices, U.S.A.)
- เครื่องย่อยและกลั่นสำหรับวิเคราะห์โปรตีน (Tecator, U.S.A.)
- เครื่องสกัดไขมัน (Soxlet Avanti 2050, Germany)
- เครื่อง Gas Chromatography (GC FID, Model 6890N, U.S.A.)
- เครื่อง Atomic Absorption Spectrometer (AAS, Model spectrAA 220, U.S.A.)
- เตาอบลมร้อน (Hot air oven, Haereous, England)
- เตาเผาถ้ำ (Oven, Gallenkamp, Muffle Furnace, England)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

- หม้อนึ่งความดันไอ (Autoclave, Iwaki Glass CO., Ltd : Model AVC-3167, Japan)
- ตู้บ่มเชื้อ (Incubator, Hereaus : Model D-6450 Hanna, Germany)
- เครื่องตีปั่น (Labory Blender Stomacher : Model 400, Seward Chemical, England)

อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

- ชุดอุปกรณ์ทดสอบชิม
- แบบสอบถาม (รายละเอียดในภาคผนวก ข)

สารเคมี

- กรดบอริก (Boric acid ; H_3BO_3 , Merck, Germany)
- กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid ; H_2SO_4 , Merck, Germany)
- กรดไซโอบาร์บิฟูริก (2-Thiobarbituric acid ; $C_4H_4N_2O_2S$, Merck, Germany)
- กรดอะซิติก (Acetic acid ; CH_3COOH , Merck, Germany)
- กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid ; HCl , Merck, Germany)
- กรดทาร์ตาริก (Tartaric acid ; $C_4H_6O_6$, Merck, Germany)
- คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulfate ; $Cu_2SO_4 \cdot 5H_2O$, Merck, Germany)
- ซิลเวอร์ไนเตรต (Silver nitrate ; $AgNO_3$, Merck, Germany)
- ซีลีเนียมไดออกไซด์ (Selenium dioxide ; SeO_2 , J.T.Baker, U.S.A.)
- ปีโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether ; $(C_2H_5)_2O_{20}$, J.T.Baker, U.S.A.)
- ไดเอทิลอีเทอร์ ($C_2H_5)_2O_2$, Merck, Germany)
- เมทิลเรด (Methyl red ; $(CH_3)_2NC_2H_4N$, May & Baker, U.S.A.)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide ; $NaOH$, J.T.Baker, U.S.A.)
- โพแทสเซียมโครเมต (Potassium chromate ; K_2CrO_4 , Fluka, Switzerland)
- โพแทสเซียมไดโครเมต (Potassium dichromate ; $K_2Cr_2O_4$, Merck, Germany)
- แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (Ammonium hydroxide ; NH_4OH , Merck, Germany)
- ซิงค์ซัลเฟต (Zinc sulfate ; $ZnSO_4$, Merck, Germany)
- Peptone (Difco, U.S.A.)
- Plate Count Agar (Difco, U.S.A.)
- Potato Dextrose Agar (Difco, U.S.A.)
- Trypse Lauryl Sulfate Broth (Difco, U.S.A.)
- Brilliant Green Lactose Bile Broth (Difco, U.S.A.)
- Tetrathionate Brilliant Green Broth (Difco, U.S.A.)
- Selenite Cystine Broth (Difco, U.S.A.)
- Brilliant Green Agar (Difco, U.S.A.)
- XLD Agar (Difco, U.S.A.)
- Urea Agar (Difco, U.S.A.)
- Triple Sugar Iron Agar (Difco, U.S.A.)

เครื่องประมวลผลทางสถิติ

- เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
- โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel Version 2003
- โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 10.0
- โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert Version 6.0.2
- วิธีการประมวลผลทางสถิติ เพื่อหาความแตกต่างระหว่างแต่ละสูตรทดลองใช้
วิธีการของ Duncan least significant difference technique ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป
SPSS Version 10.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.1 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและทางจุลินทรีย์ของเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร

ศึกษาสมบัติของเนื้อเลาะกระดูกไก่ ที่จะนำมาใช้เพื่อผลิตไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำ โดยเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรที่นำมาศึกษาเป็นเนื้อบริเวณโครงกระดูกไก่ไม่รวมหนัง ผ่านการเลาะด้วยเครื่องจักร ซึ่งเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรนั้นได้รับจาก บมจ. กรุงเทพ โปรตีนส จำกัด ในสภาพแช่แข็ง

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- วัดค่า a_w (AQUA LAB, Model CX3TE : Devices, U.S.A.)
- วัดค่า pH (Precisa, Swissmade : Model pH 900, Switzerland)
- ปริมาณน้ำด้วยวิธี Drying method (AOAC, 2003)
- ปริมาณเถ้าด้วยวิธี Dry ashing method (AOAC, 2003)
- ปริมาณโปรตีนด้วยวิธี Semi-micro Kjeldahl distillation (AOAC, 2003)
- ปริมาณไขมันด้วยวิธีการของ Folch (Folch, 1957)
- ปริมาณคอเลสเตอรอลด้วยวิธี Gas Chromatography (Food analysis, 2003)
- ปริมาณแคลเซียมด้วยวิธี Atomic Absorption Spectrometer (GC FID, Model 6890N, U.S.A.)

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ด้วยวิธี Total plate count (AOAC, 2003)
- ปริมาณ Coilform และ E. coli ด้วยวิธี MPN (AOAC, 2003)
- ปริมาณยีสต์และรา ด้วยวิธี Pour plate (AOAC, 2003)

3.2 การสำรวจเค้าโครงของผลิตภัณฑ์

การจะพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้วยการใช้หลักการของ Ideal Ratio Profile สามารถทำได้ดังขั้นตอนต่อไปนี้

3.2.1 การสำรวจลักษณะที่สำคัญ

การทดสอบเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ให้ผู้ทดสอบชิมกึ่งฝึกฝนจำนวน 15 คน สํารวจไส้กรอกที่จำหน่ายในท้องตลาดซึ่งใช้เป็นตัวอย่างอ้างอิงในการพัฒนา (ไส้กรอกจาก บมจ. กรุงเทพโปรคิ้วส์) โดยให้ผู้ทดสอบชิมเป็นผู้กำหนดลักษณะที่สำคัญที่ผู้ทดสอบชิมต้องการพัฒนาตามแบบสอบถามการทดสอบเค้าโครงผลิตภัณฑ์ (ภาคผนวก ข) เลือกลักษณะสำคัญที่ ผู้ทดสอบชิมจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ให้ความสนใจ (พัชรีย์, 2545)

3.2.2 การสำรวจระดับของลักษณะที่สำคัญของไส้กรอกในอุดมคติ และไส้กรอกที่จำหน่ายในท้องตลาด

นำลักษณะสำคัญที่ผู้ทดสอบชิมต้องการพัฒนาที่ได้จากการทดลองในขั้นต้นมาสร้างแบบสอบถามการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ภาคผนวก ข) เพื่อใช้สำรวจไส้กรอกที่จำหน่ายในท้องตลาดซึ่งใช้เป็นตัวอย่างอ้างอิงในการพัฒนา โดยให้ผู้ทดสอบชิมเป็นผู้กำหนดระดับความเข้มถาวรในอุดมคติของลักษณะนั้นๆ (Fix Ideal) และระดับความเข้มของตัวอย่างอ้างอิงในการพัฒนา ศึกษาค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Mean Ideal Ratio Score) ของลักษณะต่างๆ ที่สำคัญของ ไส้กรอกอ้างอิง สร้างกราฟลักษณะของเส้นไซแมงมุม (Cyclic Profile) เปรียบเทียบกับค่าสัดส่วนในอุดมคติเพื่อใช้ในการพัฒนาให้ลักษณะสำคัญที่ผู้ทดสอบชิมต้องการพัฒนาที่ได้จากการทดลองในขั้นต้นของไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำเข้าใกล้ Ideal Ratio Score ในการทดลองขั้นต่อไป

3.3 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร

การศึกษาหาระดับที่เหมาะสมของเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรเลือกวางแผนการทดลองโดยกำหนดอัตราส่วนการใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรที่ 50, 150 และ 250 กรัม ต่อ

น้ำหนัก เนื้อหมู 450, 350 และ 250 กรัม หรือที่ระดับการใช้ร้อยละ 10, 30 และ 50 ของ น้ำหนักเนื้อสัตว์ทั้งหมดวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD)

ตารางที่ 3.3.1 แสดงสูตรการทดลองหาอัตราส่วนของเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรที่ เหมาะสมจำนวน 3 สูตร

สูตร	ปริมาณการใช้เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรในการผลิตไส้กรอก (กรัม)
1	50
2	150
3	250

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

- ทดสอบด้วยวิธี Ideal Ratio Profile ใช้ผู้ทดสอบชิมกึ่งผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คน

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- วัดค่าเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer : Model TA. XTPlus, U.K.)
- วัดค่าสีในระบบ Hunter Lab (Minolta camera, Chroma Meter CR-310, Japan)

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- วัดความชื้นด้วยวิธีการอบที่ 105 องศาเซลเซียส (AOAC, 2003)
- วัดค่า a_w (AQUA LAB, Model CX3TE : Devices, U.S.A.)
- วัดค่า pH (Precisa, Swissmade : Model pH 900, Switzerland)

3.4 การหาชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันที่เหมาะสม

การศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของสารทดแทนไขมันเพื่อให้ได้ลักษณะที่ดีในการผลิตไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำ โดยปัจจัยที่ทำการศึกษาคือ การใช้คาร์ราจีแนน หรือ แป้งบุกเพียงอย่างเดียว และคาร์ราจีแนนร่วมกับแป้งบุกในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 เพื่อหาชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด โดยใช้ส่วนผสมของสารทดแทนไขมันนี้ในปริมาณ 10 กรัม ใช้อัตราส่วนเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรที่คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.3 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD)

ตารางที่ 3.4.1 แสดงสูตรการทดลองหาชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันที่เหมาะสม จำนวน 3 สูตร

สูตร	อัตราส่วน	
	คาร์ราจีแนน (กรัม)	แป้งบุก (กรัม)
1	10	0
2	5	5
3	0	10

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะนำไปทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส เช่นเดียวกับตอนที่ 3.3

3.5 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปัจจัยหลักในระบบบีมัลชัน

การศึกษาหาสัดส่วนที่เหมาะสมของส่วนผสมหลักของระบบบีมัลชันในการผลิตไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด โดยปัจจัยที่ทำการศึกษาคือ ปริมาณเนื้อทั้งหมด ปริมาณน้ำมันดอกทานตะวัน ที่ผ่านการแช่แข็งและปริมาณน้ำแข็ง โดยกำหนดโปรแกรมเลือกค่าปริมาณเนื้อสัตว์ที่ระดับ 500-600 กรัม น้ำมันดอกทานตะวัน 100-300 กรัม และน้ำแข็ง 100-300 กรัม ใช้อัตราส่วนเนื้อเลาะ

กระตุกไถ่ด้วยเครื่องจักรที่คัดเลือกได้จากการทดลองตอนที่ 3.3 และใช้สารทดแทน ไขมันที่คัดเลือกได้จากการทดลองตอนที่ 3.4 วางแผนการทดลองแบบ Mixture design

ตารางที่ 3.5.1 แสดงสูตรการทดลองหาอัตราส่วนของปัจจัยหลักในระบบอิมัลชันจำนวน 6 สูตร

สูตร	เนื้อทั้งหมด (กรัม)	น้ำมันดอกทานตะวัน (กรัม)	น้ำแข็ง (กรัม)
1	600	100	300
2	500	200	300
3	600	200	200
4	500	300	200
5	550	300	150
6	600	300	100

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

- ทดสอบด้วยวิธี Ideal Ratio Profile ใช้ผู้ทดสอบชิมกึ่งฝึกฝนจำนวน 10 คน

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- วัดค่าเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer : Model TA. XTPlus, U.K.)
- วัดค่าสีในระบบ Hunter Lab (Minolta camera, Chroma Meter CR-310, Japan)

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- วัดปริมาณน้ำด้วยวิธีการอบที่ 105 องศาเซลเซียส (AOAC, 2003)
- วัดค่า a_w (AQUA LAB, Model CX3TE : Devices, U.S.A.)
- วัดค่า pH (Precisa, Swissmade : Model pH 900, Switzerland)
- วัดค่า Total Expression Fluid (TEF) (Hughes et al., 1997.)

3.6 การหาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งมันสำปะหลังและอังกัก (ข้าวแดง)

ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งมันสำปะหลังและอังกัก (ข้าวแดง) ที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระตุกไถ่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด ปัจจัยที่ศึกษาคือ แป้งมันสำปะหลังและอังกัก (ข้าวแดง) ใช้อัตราส่วนเนื้อเลาะ

กระดุกไก่อด้วยเครื่องจักรที่คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.3 และใช้สารทดแทนไขมันที่คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.4 ใช้อัตราส่วนของปัจจัยหลักในระบบอิมัลชันที่คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.5 วางแผนการทดลองแบบ 2^2 Factorial experiment with 3 center points.

ตารางที่ 3.6.1 แสดงสูตรการทดลองหาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งมันสำปะหลังและอังกัก (ข้าวแดง) จำนวน 7 สูตร

สูตร	แป้งมันสำปะหลัง (กรัม)	อังกัก (กรัม)
1	10	0.1
2	10	1
3	1	0.1
4	1	1
5	5	0.5
6	5	0.5
7	5	0.5

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะนำไปทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส เช่นเดียวกับตอนที่ 3.3

3.7 การหาปริมาณที่เหมาะสมของโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุก

ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง และแป้งบุกที่ใช้ในการผลิตไส้กรอกผสมเนื้อเลาะกระดุกไก่อด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอรอลต่ำ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด ปัจจัยที่ศึกษาคือ โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง และแป้งบุก ใช้อัตราส่วนเนื้อเลาะกระดุกไก่อด้วยเครื่องจักรที่คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.3 และใช้สารทดแทนไขมันที่คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.4 ใช้อัตราส่วนของปัจจัยหลักในระบบอิมัลชันที่คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.5 ใช้ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง และ อังกักที่คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.6 วางแผนการทดลองแบบ 2^2 Factorial experiment with 3 center points.

ตารางที่ 3.7.1 แสดงสูตรการทดลองหาปริมาณที่เหมาะสมของโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้ง
บุงจำนวน 7 สูตร

สูตร	โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง (กรัม)	แป้งบุง (กรัม)
1	10	30
2	10	10
3	50	30
4	50	10
5	30	20
6	30	20
7	30	20

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะนำไปทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส
เช่นเดียวกับตอนที่ 3.3

3.8 การศึกษาอัตราเร็วที่เหมาะสมในกระบวนการสับผสม

ศึกษากระบวนการสับผสมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด ปัจจัยที่
ศึกษาคือ ระดับความเร็วที่ 1 (ประมาณ 1,500 รอบต่อนาที) และ 2 (ประมาณ 3,000 รอบต่อนาที)
เมื่อวัดความเร็วของเครื่องสับผสมก่อนการผลิต ใช้เวลา 5 นาที ใช้อัตราส่วนเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วย
เครื่องจักรที่คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.3 และใช้สารทดแทนไขมันที่ คัดเลือกได้ตาม
การทดลองตอนที่ 3.4 ใช้อัตราส่วนของปัจจัยหลักในระบบอิมัลชันที่คัดเลือกได้ตามการทดลอง
ตอนที่ 3.5 ใช้ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง และ อังคักที่คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.6 ใช้
ปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง และแป้งบุงที่คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.7 วางแผนการ
ทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD)

ตารางที่ 3.8.1 แสดงสูตรการทดลองของความเร็วและเวลาในกระบวนการลับจำนวน 6 สูตร

สูตร	ระดับความเร็วที่ (รอบต่อนาที)
1	ประมาณ 1,500 รอบต่อนาที
2	ประมาณ 3,000 รอบต่อนาที

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะนำไปทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส เช่นเดียวกับตอนที่ 3.3

3.9 ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในกระบวนการต้ม

ศึกษากระบวนการต้มเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด ปัจจัยที่ทำการศึกษาคือ อุณหภูมิ (60-90 องศาเซลเซียส) และเวลา (10-20 นาที) ใช้อัตราส่วนเนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรที่คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.3 และใช้สารทดแทนไขมันที่คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.4 ใช้อัตราส่วนของปัจจัยหลักในระบบอิมัลชันที่คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.5 ใช้ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง และ อังกักที่คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.6 ใช้ปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง และแป้งบุกที่คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.7 ใช้ความเร็วในกระบวนการลับผสมที่คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.8 วางแผนการทดลองแบบ 2^2 Factorial experiment with 3 center point.

ตารางที่ 3.9.1 แสดงสูตรการทดลองของอุณหภูมิและเวลาในการต้มจำนวน 7 สูตร

สูตร	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)
1	70	10
2	90	10
3	70	20
4	90	20
5	80	15
6	80	15
7	80	15

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

- ทดสอบด้วยวิธี Ideal Ratio Profile ใช้ผู้ทดสอบชิมกึ่งฝึกฝนจำนวน 10 คน

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- วัดค่าเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer : Model TA. XTPlus, U.K.)
- วัดค่าสีในระบบ Hunter Lab (Minolta camera, Chroma Meter CR-310, Japan)
- วัดค่า Cooking yield (Ladwig et al., 1989)

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- วัดความชื้นด้วยวิธีการอบที่ 105 องศาเซลเซียส (AOAC, 2003)
- วัดค่า a_w (AQUA LAB, Model CX3TE : Devices, U.S.A.)
- วัดค่า pH (Microprocessor pH meter, Hanna Instruments : Model HI 9021, U.S.A.)

3.10 การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

เมื่อผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ผ่านการพัฒนาสูตรและกระบวนการในการผลิต จากนั้นทำการตรวจลักษณะด้านต่างๆ ดังนี้ โดยเปรียบเทียบค่าคอเลสเตอรอลและแคลเซียมระหว่างสูตรที่ใช้ น้ำมันดอกทานตะวันและสูตรที่มีจำหน่ายในท้องตลาดโดยสูตรที่จำหน่ายในท้องตลาดที่ใช้

ตรวจสอบ คือ ไข่รอกที่ผลิตจากบริษัทกรุงเทพ โปรตีน (เครือเจริญโภคภัณฑ์) ใช้อัตราส่วนเนื้อ
และกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักรที่คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.3 และใช้สารทดแทน ไขมัน
ที่คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.4 ใช้อัตราส่วนของปัจจัยหลักในระบบอิมัลชันที่
คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.5 ใช้ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง และ อังคักที่คัดเลือกได้ตามการ
ทดลองตอนที่ 3.6 ใช้ปริมาณโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง และแป้งบุกที่คัดเลือกได้ตามการทดลอง
ตอนที่ 3.7 ใช้ความเร็วในกระบวนการสับผสมที่คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.8 ใช้อุณหภูมิ
และเวลาในกระบวนการต้มที่คัดเลือกได้ตามการทดลองตอนที่ 3.9

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

- ทดสอบด้วยวิธี Ideal Ratio Profile ใช้ผู้ทดสอบชิมถึงฝึกฝนจำนวน 10 คน

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- วัดค่าเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer : Model TA. XTPlus, U.K.)
- วัดค่าสีในระบบ Hunter Lab (Minolta camera, Chroma Meter CR-310, Japan)

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- ปริมาณน้ำด้วยวิธีด้วยวิธีการอบที่ 105 องศาเซลเซียส (AOAC, 2003)
- ปริมาณเถ้าด้วยวิธีการอบที่ 550 องศาเซลเซียส (AOAC, 2003)
- ปริมาณโปรตีนด้วยวิธี Semi-micro Kjeldahl method (AOAC, 2003)
- ปริมาณไขมันด้วยวิธีการของ Folch (Folch, 1957)
- ปริมาณคอเลสเตอรอลด้วยวิธี Gas Chromatography (GC FID, Model 6890N, U.S.A.)
- ปริมาณแคลเซียมด้วยวิธี Atomic Absorption Spectrometer (GC FID, Model 6890N, U.S.A.)
- ปริมาณพลังงาน (โดยการคำนวณ)
- ปริมาณเกลือ Mohr (AOAC, 2003)
- ปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ที่เหลืออยู่ (AOAC, 2003)
- วัดค่า a_w (AQUA LAB, Model CX3TE: Devices, U.S.A.)
- วัดค่า pH (Microprocessor pH meter, Hanna Instruments : Model HI 9021, U.S.A.)

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ด้วยวิธี Total plate count (AOAC, 2003)

- ปริมาณ Coilform และ *E. coli* ด้วยวิธี MPN (AOAC, 2003)
- ปริมาณยีสต์และรา ด้วยวิธี Pour plate (AOAC, 2003)
- ปริมาณ *Salmonella* (เรณู, 2543)

สูตรเริ่มต้นในการผลิตไส้กรอกผสมเนื้อละเกาะตุ๋นไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำ

เนื้อหมู	450	กรัม
เนื้อละเกาะตุ๋นไก่ด้วยเครื่องจักร	50	กรัม
น้ำแข็ง	250	กรัม
น้ำมันดอกทานตะวัน	250	กรัม
สารทดแทนไขมัน (แป้งบุก)	10	กรัม
เกลือ	17	กรัม
โซเดียมไนไตรท์	0.0215	กรัม
ฟอสเฟต (STPP)	3	กรัม
อังกัก	10	กรัม
โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง	30	กรัม
แป้งมันสำปะหลัง	50	กรัม
เครื่องเทศ	0.5	กรัม

โดยเครื่องเทศมีส่วนผสมทั้งหมด ดังนี้

พริกไทยป่น	57.14	กรัม
ลูกจันทน์ป่น	14.29	กรัม
ดอกจันทน์ป่น	5.71	กรัม
ปาปริก้าป่น	14.29	กรัม
เมล็ดผักชีป่น	5.71	กรัม
เมล็ดยี่หร่าป่น	2.86	กรัม

กระบวนการเริ่มต้นในการผลิตไส้กรอกผสมเนื้อละเกาะตุ๋นไก่ด้วยเครื่องจักร คอเลสเตอร์ลดต่ำ

ความเร็วในการสับผสมประมาณ 3,000 รอบต่อนาที ใช้เวลา 5 นาที
อุณหภูมิในการต้ม 75 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 15 นาที

ที่มา : (ปรับปรุงจาก พัชรีย์, 2545 และ Osburn and Keeton, 2004)

ตอนที่ 3.3 สูตรในการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปริมาณการใช้เนื้อละเกาะตุ๋นไก่ด้วยเครื่องจักร

ส่วนประกอบ

เนื้อหมู	450, 350, 250	กรัม
เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร	50, 150, 250	กรัม
น้ำแข็ง	250	กรัม
น้ำมันดอกทานตะวัน	250	กรัม
สารทดแทนไขมัน (แป้งบุก)	10	กรัม
เกลือ	17	กรัม
โซเดียมไนไตรท์	0.0215	กรัม
ฟอสเฟต (STPP)	3	กรัม
อังกัก (ข้าวแดง)	10	กรัม
โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง	30	กรัม
แป้งมันสำปะหลัง	50	กรัม
เครื่องเทศ	0.5	กรัม

โดยเครื่องเทศมีส่วนผสมทั้งหมด ดังนี้

พริกไทยป่น	57.14	กรัม
ลูกจันทน์ป่น	14.29	กรัม
ดอกจันทน์ป่น	5.71	กรัม
ปาปริก้าป่น	14.29	กรัม
เมล็ดผักชีป่น	5.71	กรัม
เมล็ดยี่หร่าป่น	2.86	กรัม

ตอนที่ 3.4 สูตรในการหาชนิดและปริมาณการใช้ที่เหมาะสมของสารทดแทนไขมัน

ส่วนประกอบ

เนื้อหมู	450	กรัม
เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร	50	กรัม
น้ำแข็ง	250	กรัม
น้ำมันดอกทานตะวัน	250	กรัม
สารทดแทนไขมัน	10	กรัม
(แบ่งตามชนิดและปริมาณดังข้างต้นเป็น คาร์ราจีแนน 10 กรัม, คาร์ราจีแนนและแป้งบุกอย่างละ 5 กรัม และ แป้งบุก 10 กรัม ตามลำดับ)		
เกลือ	17	กรัม
โซเดียมไนไตรท์	0.0215	กรัม
ฟอสเฟต (STPP)	3	กรัม
อังกัก (ข้าวแดง)	10	กรัม
โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง	30	กรัม
แป้งมันสำปะหลัง	50	กรัม
เครื่องเทศ	0.5	กรัม
โดยเครื่องเทศมีส่วนผสมทั้งหมด ดังนี้		
พริกไทยป่น	57.14	กรัม
ลูกจันทน์ป่น	14.29	กรัม
ดอกจันทน์ป่น	5.71	กรัม
ปาปริก้าป่น	14.29	กรัม
เมล็ดผักชีป่น	5.71	กรัม
เมล็ดยี่ห่วยป่น	2.86	กรัม

ตอนที่ 3.5 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของส่วนประกอบในระบบอิมัลชัน

ส่วนประกอบของระบบอิมัลชัน คือ เนื้อ, น้ำมันดอกทานตะวัน และ น้ำแข็ง (รวม 1,000 กรัม)

สูตรที่ 1	ใช้เนื้อ	600 กรัม	น้ำมันดอกทานตะวัน	100 กรัม	น้ำแข็ง	300 กรัม
สูตรที่ 2	ใช้เนื้อ	500 กรัม	น้ำมันดอกทานตะวัน	200 กรัม	น้ำแข็ง	300 กรัม
สูตรที่ 3	ใช้เนื้อ	600 กรัม	น้ำมันดอกทานตะวัน	200 กรัม	น้ำแข็ง	200 กรัม
สูตรที่ 4	ใช้เนื้อ	500 กรัม	น้ำมันดอกทานตะวัน	300 กรัม	น้ำแข็ง	200 กรัม
สูตรที่ 5	ใช้เนื้อ	550 กรัม	น้ำมันดอกทานตะวัน	300 กรัม	น้ำแข็ง	150 กรัม
สูตรที่ 6	ใช้เนื้อ	600 กรัม	น้ำมันดอกทานตะวัน	300 กรัม	น้ำแข็ง	100 กรัม

เมื่อกำหนดให้

อัตราส่วนเนื้อ ใช้เนื้อหมู ต่อ เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร เท่ากับ 90 ต่อ 10

อัตราส่วนสารทดแทนไขมัน ใช้ปริมาณแป้งบุก เท่ากับ 10 กรัม

ส่วนเครื่องปรุง

เกลือ	17	กรัม
โซเดียมไนไตรท์	0.0215	กรัม
ฟอสเฟต (STPP)	3	กรัม
อังกัก (ข้าวแดง)	10	กรัม
โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง	30	กรัม
แป้งมันสำปะหลัง	50	กรัม
เครื่องเทศ	0.5	กรัม

โดยเครื่องเทศมีส่วนผสมทั้งหมด ดังนี้

พริกไทยป่น	57.14	กรัม
ลูกจันทน์ป่น	14.29	กรัม
ดอกจันทน์ป่น	5.71	กรัม
ปาปริก้าป่น	14.29	กรัม
เมล็ดผักชีป่น	5.71	กรัม
เมล็ดยี่ห่วยป่น	2.86	กรัม

ตอนที่ 3.6 การหาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งมันสำปะหลังและอังกัก (ข้าวแดง)

ส่วนประกอบ

เนื้อหมู	450	กรัม
เนื้อเคาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร	50	กรัม
น้ำมันดอกทานตะวัน	280	กรัม
น้ำแข็ง	220	กรัม
สารทดแทนไขมัน (แป้งบุก)	10	กรัม
เกลือ	17	กรัม
โซเดียมไนไตรท์	0.0215	กรัม
ฟอสเฟต (STPP)	3	กรัม
โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง	30	กรัม
เครื่องเทศ	0.5	กรัม
โดยเครื่องเทศมีส่วนผสมทั้งหมด ดังนี้		
พริกไทยป่น	57.14	กรัม
ลูกจันทน์ป่น	14.29	กรัม
ดอกจันทน์ป่น	5.71	กรัม
ปาปริก้าป่น	14.29	กรัม
เมล็ดผักชีป่น	5.71	กรัม
เมล็ดยี่ห่วยป่น	2.86	กรัม

ปริมาณการใช้แป้งมันสำปะหลังและอังกัก

สูตรที่ 1	คือ การใช้แป้งมันสำปะหลัง 100 กรัม และ อังกัก 1 กรัม
สูตรที่ 2	คือ การใช้แป้งมันสำปะหลัง 100 กรัม และ อังกัก 10 กรัม
สูตรที่ 3	คือ การใช้แป้งมันสำปะหลัง 10 กรัม และ อังกัก 1 กรัม
สูตรที่ 4	คือ การใช้แป้งมันสำปะหลัง 10 กรัม และ อังกัก 10 กรัม
สูตรที่ 5	คือ การใช้แป้งมันสำปะหลัง 55 กรัม และ อังกัก 5.5 กรัม
สูตรที่ 6	คือ การใช้แป้งมันสำปะหลัง 55 กรัม และ อังกัก 5.5 กรัม
สูตรที่ 7	คือ การใช้แป้งมันสำปะหลัง 55 กรัม และ อังกัก 5.5 กรัม

ตอนที่ 3.7 การหาปริมาณที่เหมาะสมของโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุก

ส่วนประกอบ

เนื้อหมู	450	กรัม
เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร	50	กรัม
น้ำมันดอกทานตะวัน	280	กรัม
น้ำแข็ง	220	กรัม
แป้งมันสำปะหลัง	56.67	กรัม
อังกัก (ข้าวแดง)	5.51	กรัม
เกลือ	17	กรัม
โซเดียมไนไตรท์	0.0215	กรัม
ฟอสเฟต (STPP)	3	กรัม
เครื่องเทศ	0.5	กรัม
โดยเครื่องเทศมีส่วนผสมทั้งหมด ดังนี้		
พริกไทยป่น	57.14	กรัม
ลูกจันทน์ป่น	14.29	กรัม
ดอกจันทน์ป่น	5.71	กรัม
ปาปริก้าป่น	14.29	กรัม
เมล็ดผักชีป่น	5.71	กรัม
เมล็ดขี้หว่าป่น	2.86	กรัม

ปริมาณการใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและแป้งบุก

สูตรที่ 1	คือ การใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง 10 กรัม และแป้งบุก 30 กรัม
สูตรที่ 2	คือ การใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง 10 กรัม และแป้งบุก 10 กรัม
สูตรที่ 3	คือ การใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง 50 กรัม และแป้งบุก 30 กรัม
สูตรที่ 4	คือ การใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง 50 กรัม และแป้งบุก 10 กรัม
สูตรที่ 5	คือ การใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง 30 กรัม และแป้งบุก 20 กรัม
สูตรที่ 6	คือ การใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง 30 กรัม และแป้งบุก 20 กรัม
สูตรที่ 7	คือ การใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง 30 กรัม และแป้งบุก 20 กรัม

ตอนที่ 3.8 การศึกษาความเร็วและเวลาที่เหมาะสมในกระบวนการสับ

ส่วนประกอบ

เนื้อหมู	450	กรัม
เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร	50	กรัม
น้ำมันดอกทานตะวัน	280	กรัม
น้ำแข็ง	220	กรัม
แป้งมันสำปะหลัง	56.67	กรัม
อังกัก (ข้าวแดง)	5.51	กรัม
เกลือ	17	กรัม
โซเดียมไนไตรท์	0.0215	กรัม
ฟอสเฟต (STPP)	3	กรัม
สารทดแทนไขมัน (แป้งบุก)	15.42	กรัม
โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง	25.13	กรัม
เครื่องเทศ	0.5	กรัม
โดยเครื่องเทศมีส่วนผสมทั้งหมด ดังนี้		
พริกไทยป่น	57.14	กรัม
ลูกจันทน์ป่น	14.29	กรัม
ดอกจันทน์ป่น	5.71	กรัม
ปาปริก้าป่น	14.29	กรัม
เมล็ดผักชีป่น	5.71	กรัม
เมล็ดยี่หร่าป่น	2.86	กรัม

กำหนดให้ระดับความเร็วในการสับผสมที่ใช้ คือ

สูตรที่ 1 คือ การใช้อัตราเร็วประมาณ 1,500 รอบต่อนาที

สูตรที่ 2 คือ การใช้อัตราเร็วประมาณ 3,000 รอบต่อนาที

ตอนที่ 3.9 ศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในกระบวนการต้ม

ส่วนประกอบ

เนื้อหมู	450	กรัม
เนื้อเลาะกระดูกไก่ด้วยเครื่องจักร	50	กรัม
น้ำมันดอกทานตะวัน	280	กรัม
น้ำแข็ง	220	กรัม
แป้งมันสำปะหลัง	56.67	กรัม
อังกัก (ข้าวแดง)	5.51	กรัม
เกลือ	17	กรัม
โซเดียมไนไตรท์	0.0215	กรัม
ฟอสเฟต (STPP)	3	กรัม
สารทดแทนไขมัน (แป้งบุก)	15.42	กรัม
โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง	25.13	กรัม
เครื่องเทศ	0.5	กรัม
โดยเครื่องเทศมีส่วนผสมทั้งหมด ดังนี้		
พริกไทยป่น	57.14	กรัม
ลูกจันทน์ป่น	14.29	กรัม
ดอกจันทน์ป่น	5.71	กรัม
ปาปริก้าป่น	14.29	กรัม
เมล็ดผักชีป่น	5.71	กรัม
เมล็ดยี่หร่าป่น	2.86	กรัม

ระดับความที่ใช้ในกระบวนการสับผสม คือ การใช้อัตราเร็วประมาณ 1,500 รอบต่อนาที

เมื่อกำหนดให้ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาในการต้มที่ใช้ คือ

สูตรที่ 1 คือ ใส้กรอกที่ผ่านกระบวนการต้มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที

สูตรที่ 2 คือ ใส้กรอกที่ผ่านกระบวนการต้มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที

สูตรที่ 3 คือ ใส้กรอกที่ผ่านกระบวนการต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที

สูตรที่ 4 คือ ใส้กรอกที่ผ่านกระบวนการต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที

สูตรที่ 5 คือ ใส้กรอกที่ผ่านกระบวนการต้มที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

สูตรที่ 6 คือ ใส้กรอกที่ผ่านกระบวนการต้มที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

สูตรที่ 7 คือ ใส้กรอกที่ผ่านกระบวนการต้มที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที